



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

**USO DE BIOFERTILIZANTE E EXTRATO
HIDROSSOLÚVEL DE VERMICOMPOSTO NA
PRODUÇÃO DE MUDAS DE *CALLOPHYLLUM*
BRASILIENSES CAMBEE**

IZADORA MENDES DE SOUSA

Brasília - DF
Dezembro de 2013

IZADORA MENDES DE SOUSA

**USO DE BIOFERTILIZANTE E EXTRATO
HIDROSSOLÚVEL DE VERMICOMPOSTO NA
PRODUÇÃO DE MUDAS DE *CALLOPHYLLUM*
BRASILIENSES CAMBEE**

Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília – UnB, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Jader Galba Busato

Brasília - DF
Dezembro de 2013

FICHA CATALOGRÁFICA

SOUSA, Izadora Mendes de

Uso de Biofertilizante Associado a Extrato Hidrossolúvel de Vermicomposto na Produção de Mudanças de *Calophyllum Brasiliense* Cambess / Izadora Mendes de Sousa; Jader Galba Busato – Brasília, 2013.

34 p. : il.

Monografia – Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2013.

CESSÃO DE DIREITOS

Nome do Autor: Izadora Mendes de Sousa

Título da Monografia de Conclusão de Curso: Uso de Biofertilizante Associado a Extrato Hidrossolúvel de Vermicomposto na Produção de Mudanças de *Calophyllum Brasiliense* Cambess.

Ano: 2013

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Izadora Mendes de Sousa

Matrícula: 100050492

IZADORA MENDES DE SOUSA

**USO DE BIOFERTILIZANTE E EXTRATO HIDROSSOLÚVEL DE
VERMICOMPOSTO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *CALOPHYLLUM*
BRASILIENSE CAMBESS**

Projeto final de Estágio Supervisionado,
submetido à Faculdade de Agronomia e
Medicina Veterinária da Universidade de
Brasília, como requisito parcial para a
obtenção do grau de Engenheiro
Agrônomo.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Jader Galba Busato
Doutor, Universidade de Brasília - UnB
Orientador

Cícero Célio de Figueiredo
Doutor, Universidade de Brasília - UnB
Examinador

Daniel Basílio Zandonadi
Doutor, Embrapa Hortaliças – Brasília - DF
Examinador Externo

Brasília-DF, dezembro de 2013.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por conceder todas as graças em minha vida.

Ao meus pais, Genezi e Mardey, por toda a dedicação, companheirismo e amor, por estar ao meu lado em todas as realizações incondicionalmente.

Ao meu namorado Bruno, pela dedicação e parceria.

Ao meu orientador Jader, pelo conhecimento transmitido.

Ao Daniel da Embrapa hortaliças pelas orientações e conselhos.

Aos amigos da agronomia pelos melhores anos da minha vida.

Aos professores da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, por contribuir para a minha formação acadêmica.

Ao Alan mol, por toda ajuda e paciência.

SOUSA, Izadora Mendes de, **Uso de Biofertilizante e Extrato Hidrossolúvel de Vermicomposto na Produção de Mudanças de *Calophyllum Brasiliense* Cambess.** 2013. Monografia (Bacharelado em Agronomia). Universidade de Brasília – UnB.

RESUMO

O Guanandi (*Callophyllum Brasilienses* Cambee) é uma planta nativa de Cerrado que apresenta grande interesse tanto para fins de recuperação de áreas degradadas como para exploração comercial. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de utilização de dois biofertilizantes, o extrato de vermicomposto rico em substâncias húmicas extraído com água a 70 °C e o Hortbio[®] produzido a base de farelos e resíduos agroindustriais, como agentes promotores de crescimento inicial de mudas de guanandi. A aplicação dos dois biofertilizantes resultou em aumento significativo dos teores de N e de clorofila. No tratamento HORTBIO houve o incremento de alguns nutrientes (S, Zn, B, Mg, Mn, Cu, Ca, P e K). Elevação dos teores de K, Mg, S e B e redução dos níveis de P, Ca, Cu, Fe, Mn e Zn para o tratamento SH. No tratamento SH em conjunto com o HORTBIO, houve redução dos teores de alguns elementos Ca, Mg, S, B, Cu, Fe. Não houve diferença no tamanho do caule, quantidade de folhas, matéria seca da raiz e matéria seca foliar.

Palavras-chave: Produção florestal, Guanandi, Bioestimulante Vegetal.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Altura das mudas de *Calophyllum brasiliense* Cambess em função da aplicação substâncias húmicas hidrossolúveis (SH), Hortbio[®] (HORT) e da combinação de substâncias húmicas hidrossolúveis e Hortbio[®] (SH + HORT). Ausência de letras significa inexistência de significância pelo teste de F. Barras representam o desvio-padrão da média..... 24
- Figura 2. Número de folhas (*Calophyllum brasiliense* Cambess) em função da aplicação de substâncias húmicas hidrossolúveis (SH), Hortbio[®] (HORT) e da combinação de substâncias húmicas hidrossolúveis e Hortbio[®] (SH + HORT). Ausência de letras significa inexistência de significância pelo teste de F. Barras representam o desvio-padrão da média..... 25
- Figura 3. Matéria seca radicular de mudas de *Calophyllum brasiliense* Cambess em função da aplicação substâncias húmicas hidrossolúveis (SH), Hortbio[®] (HORT) e da combinação de substâncias húmicas hidrossolúveis e Hortbio[®] (SH + HORT). Ausência de letras significa inexistência de significância pelo teste de F. Barras representam o desvio-padrão da média. 25
- Figura 4. Matéria seca foliar de mudas de *Calophyllum brasiliense* Cambess em função da aplicação substâncias húmicas hidrossolúveis (SH), Hortbio[®] (HORT) e da combinação de substâncias húmicas hidrossolúveis e Hortbio[®] (SH + HORT). Ausência de letras significa inexistência de significância pelo teste de F. Barras representam o desvio-padrão da média. 26
- Figura 5. Área radicular de mudas de *Calophyllum brasiliense* Cambess em função da aplicação substâncias húmicas hidrossolúveis (SH), Hortbio[®] (HORT) e da combinação de substâncias húmicas hidrossolúveis e Hortbio[®] (SH + HORT). Ausência de letras significa inexistência de significância pelo teste de F. Barras representam o desvio-padrão da média..... 26
- Figura 6. Área foliar de mudas de *Calophyllum brasiliense* Cambess em função da aplicação substâncias húmicas hidrossolúveis (SH), Hortbio[®] (HORT) e da combinação de substâncias húmicas hidrossolúveis e Hortbio[®] (SH + HORT). Ausência de letras significa inexistência de significância pelo teste de F. Barras representam o desvio-padrão da média..... 27
- Figura 7. Valores SPAD referentes a clorofila em mudas de *Calophyllum brasiliense* Cambess em função da aplicação substâncias húmicas hidrossolúveis (SH), Hortbio[®] (HORT) e da combinação de substâncias húmicas hidrossolúveis e Hortbio[®] (SH + HORT). Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente (teste Tukey, $p < 0,05$). Barras representam o desvio-padrão da média. 28
- Figura 8. Teor de nitrogênio em mudas de *Calophyllum brasiliense* Cambess em função da aplicação substâncias húmicas hidrossolúveis (SH), Hortbio[®] (HORT) e da combinação de substâncias húmicas hidrossolúveis e Hortbio[®] (SH + HORT). Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente (teste tukey, $p < 0,05$). Barras representam o desvio-padrão da média. 28

LISTA DE TABELA

Tabela 1 – Teores totais de nutrientes em mudas de <i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess submetidas a diferentes tratamentos.	29
--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	OBJETIVOS.....	13
2.1	OBJETIVO GERAL	13
3	REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1	<i>CALOPHYLLUM BRASILIENSES</i> CAMBEE ou GUANANDI	14
3.2	MEIO AMBIENTE E A LEGISLAÇÃO BRASILEIRA.....	15
3.3	BIOMA CERRADO E SUA DEGRADAÇÃO	16
3.4	REABILITAÇÃO DOS ECOSISTEMAS	17
3.5	BIOFERTILIZANTES E BIOESTIMULANTES VEGETAIS	17
4	MATERIAL E MÉTODOS	20
4.1	OBTENÇÃO DAS MUDAS	20
4.2	OBTENÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS HÚMICAS EXTRAÍDAS COM ÁGUA A 70 °C	20
4.3	PRODUÇÃO DO BIOFERTILIZANTE HORTBIO	21
4.4	DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO	21
4.5	ANÁLISE DAS MUDAS	22
4.5.1	Teores de Clorofila	22
4.5.2	Avaliação Morfológica das Mudas	22
4.6	AValiação ESTATÍSTICA	22
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
6	CONCLUSÕES.....	31
7	REFERÊNCIAS.....	32

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país reconhecido por sua ampla capacidade de oferta de serviços ambientais. Além de uma grande extensão de áreas florestais, possui uma considerável reserva de água doce e biomas com grande diversidade biológica. A trajetória histórica de uso dos recursos naturais no país, entretanto, culminou na destruição significativa da paisagem vegetal nativa. A herança de um processo desenvolvimentista baseado na exploração sem interesse no passivo ambiental reduziu drasticamente as áreas de florestas, determinando a deterioração do ambiente no que se refere ao número de espécies vegetais e animais, à proteção dos solos e à qualidade da água doce entre outros.

Entre os diferentes biomas existentes no país, sem dúvida o Cerrado é um dos mais ameaçados. Ocupando uma área original de aproximadamente dois milhões de quilômetros quadrados (EITEN, 1993; RATTER *et al.*, 1996), estima-se que aproximadamente 80% da vegetação original tenha sido destruída para a ocupação agrícola e demais atividades antrópicas (MACHADO *et al.*, 2004). Como efeito, parte da sua reconhecida diversidade tem sido perdida, o que na prática representa enormes prejuízos, não só do ponto de vista ambiental, mas também científico, econômico e cultural.

A reabilitação dos ecossistemas degradados no bioma Cerrado é uma demanda que pode ser observada nos inúmeros eventos e movimentos desenvolvidos pela sociedade organizada. Nesse sentido, projetos de pesquisa associados a temas diversos como a escolha das espécies a serem utilizadas em programas de reflorestamento, a germinação de sementes, a sucessão ecológica, o manejo das florestas plantadas, a possibilidade de cultivos associados e o desenvolvimento de insumos específicos são requeridos. Isso é importante inclusive para atender uma possível corrida por mudas de espécies florestais nativas para atender a legislação florestal vigente, que exige, para o Cerrado, 35% (Lei n 12.727, de 2012) seja preservada a título de reserva legal. Em virtude de tamanho desmatamento ocorrido no Cerrado nas últimas décadas, a demanda por espécies sivilculturais deve ser aumentada significativamente, o que tem gerado uma grande procura por mudas de espécies florestais nativas.

Além da importância para a preservação dos recursos naturais, o combate às

mudanças climáticas, o aumento do estoque sustentável de madeira legal, o sequestro de CO₂ e redução do efeito estufa, os projetos de reflorestamento são importantes também por representar uma possibilidade de geração e renda para o produtor rural. Cada vez mais a demanda por material madeireiro vem crescendo, sendo que o suprimento por essa demanda deve ser atendido pelas florestas plantadas (FBDS, 2012). O segmento de papel e celulose, por exemplo, fomentado por florestas plantadas, apresenta grande relevância para a economia brasileira, gerando 115 mil empregos diretos e outros 575 mil indiretos em 2012. Pagou R\$ 2,2 bilhões de impostos e exportou US\$ 5,8 bilhões (BRACELPA, 2013). Recentemente, grande interesse a respeito da exploração florestal do Guanandi (*Calophyllum brasiliense* Cambess) tem sido observado. Esta espécie arbórea pertence à família Clausiaceae e possui ocorrência nativa em matas ciliares de quase todo o Brasil (ARAUJO; HARIDASAN, 1997). Diferente das espécies destinadas à indústria de papel e celulose, a exploração do guanandi tem sido direcionada para a indústria da movelaria e construção naval pelo fato de sua madeira ser resistente à água e ter boa durabilidade (CARVALHO, 1994). O crescimento da planta é monopodial, característica que proporciona fustes bem definidos, permitindo que a planta alcance 40 m de altura e 1,5 m de diâmetro num período de tempo aproximado de 18,5 anos. (CARVALHO, 1994)

Apesar da crescente busca por informações a respeito do guanandi, entretanto, a maioria das informações existentes na literatura relaciona-se principalmente às características botânicas e dendrológicas, com poucos relatos fitotécnicos disponíveis. Assim, informações sobre a qualidade e sanidade das mudas utilizadas, que podem representar o sucesso ou fracasso da implantação de reflorestamento com o guanandi, apesar de muito importantes, foram ainda pouco exploradas. Essas informações são importantes porque, ao serem implantadas no campo definitivo de cultivo, as mudas florestais devem apresentar capacidade de resistir às condições adversas encontradas, devem ter um desenvolvimento rápido para competir com a vegetação espontânea e diminuir possíveis danos causados por pragas.

Ao longo dos últimos anos, os estudos envolvendo a nutrição, a bioquímica e a fisiologia de plantas permitiram selecionar um conjunto de substâncias orgânicas com alto potencial para estimular o desenvolvimento vegetal, especialmente durante a fase de viveiro, permitindo maior sucesso no período pós-plantio. Nessa questão, são consideráveis os resultados obtidos a partir do uso de biofertilizantes produzidos a partir

de resíduos orgânicos e outros materiais facilmente encontrados em pequenas propriedades rurais (ARAUJO; HARIDASAN, 1997). Apresenta-se como uma alternativa viável para substituir parte dos insumos fertilizantes produzidos a partir de fontes finitas como os fosfatos naturais de rocha, além de diminuir os custos de produção para o produtor rural. Além do aspecto nutricional, esses produtos, ou uma fração destes, tais como as substâncias húmicas, podem atuar como bioestimulantes vegetais (CANELLAS *et al.*, 2002; NARDI *et al.*, 2002; ZANDONADI *et al.*, 2007; CANELLAS *et al.*, 2008; ZANDONADI *et al.*, 2010).

As substâncias húmicas são encontradas na matéria orgânica dos solos, água, sedimentos e resíduos de origens diversificadas e são classificadas como a fração mais heterogênea e estável da material orgânica (STEVENSON, 1994). O processo de transformação e estabilização de resíduos orgânicos denominado vermicompostagem permite a obtenção de substâncias húmicas da matéria orgânica com elevado potencial para uso como condicionador de solos, biofertilização e extração de compostos estimulantes do crescimento de plantas (TIBAU, 1994).

A hipótese contida nesse trabalho é a de que o uso do biofertilizante Hortbio[®] ou de substâncias húmicas extraídas com água quente, isoladamente ou em associação, permitem maior desenvolvimento inicial das mudas de guanandi (*Calophyllum brasiliense* Cambee). Especificamente, pretende-se identificar os efeitos da aplicação desses produtos sobre o crescimento inicial do sistema radicular da espécie *Calophyllum brasiliensis* (comprimento da raiz principal, área radicular e matéria seca da raiz); sobre a parte aérea (altura da muda, número de folhas e área foliar) e sobre a nutrição da planta.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Estudar a capacidade de estímulo ao crescimento da espécie vegetal *Calophyllum Brasiliensis* Cambee, mais conhecido como guanandi, a partir de aplicações de substâncias húmicas hidrossolúveis, biofertilizante Hortbio® e uso combinado dos dois produtos.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 *CALOPHYLLUM BRASILIENSES* CAMBEE ou GUANANDI

Segundo Carvalho (1994) essa espécie, de acordo com o sistema de classificação de Cronquist, obedece à seguinte hierarquia: divisão [*Magnoliophyta (Angiospermae)*], classe [Classe: *Magnoliopsida (Dicotyledonae)*], ordem (Theales) e família [*Clausiaceae*]. Para Ferreira (1975), a etimologia da palavra *Calophyllum* remete a “folha bonita” e *brasiliense* a “do Brasil”. O nome guanandi deriva do tupi “gwanã’di” e tem o significado de algo que é grudento. O guanandi possui muita plasticidade ecológica quando em ambientes ciliares e, no Brasil, está presente em quase todas as regiões.

As plantas dessa espécie apresentam flores masculinas e hermafroditas, com tamanho e morfologia similares, exceto na ausência de pistilo e cada árvore apresenta apenas um tipo de flor, ou masculina ou hermafrodita (FISCHER; SANTOS, 2001). Além da exploração madeireira, o *Calophyllum brasiliensis* pode ser utilizado na alimentação animal, na forma de forragem, por apresentar 7% de proteína bruta e de 6% a 12% de tanino (LEME *et al.*, 1994). Também apresenta potencial para uso medicinal pois tanto a casca como o látex são usados na medicina popular e na veterinária, seja em forma de chá de folhas ou infusão de cascas que são usadas no tratamento de diabetes (FIGUEIREDO, 1979). Já o látex, ou resina do tronco, chamado bálsamo-de-landim, é vesicante e energizante, podendo ser usado como antirreumático e no tratamento de tumores e úlceras crônicas (PASA *et al.*, 2000). Também são relatados efeitos benéficos como antisséptico quando usado em decocção para uso externo (BRANDÃO, 1991).

Trata-se de uma planta de grande adaptação climática, cuja madeira é resistente a água e é bastante durável. O guanandi pode atingir 40 m de altura e 1,5 m de diâmetro e, em aproximadamente 18,5 anos, atinge ponto de corte adequado. É uma planta com crescimento monopodial, característica que proporciona fustes bem definidos e faz parte do primeiro grupo de madeiras consideradas como madeira de Lei (Lei de 7 de janeiro de 1835) (CARVALHO, 1994). Segundo Piotto (2005), a madeira de guanandi possui características excelentes, por ser dura e pesada, de forma moderada, tendo uma alta durabilidade, apresentando, portanto, características ótimas para fabricação de móveis finos, pisos, mastros de embarcações e carpintaria em geral. Esta espécie possui grande

potencial para uso no reflorestamento, pois, além de ser disseminada por hidrocoria, seus frutos são muito procurados por aves, veados e morcegos, o que facilita sua dispersão (MARQUES, 1994). Navarro (2007) desenvolveu um trabalho de pesquisa sobre os aspectos técnicos e econômicos do reflorestamento com *Calophyllum brasiliense* na região de Garça, centro-oeste do estado de São Paulo e concluiu que “os indicadores mostraram que o projeto é economicamente viável”.

3.2 MEIO AMBIENTE E A LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

Segundo Goldemberg e Barbosa (2004) o meio ambiente é o conjunto dos recursos naturais e suas inter-relações com os seres vivos, mas é possível perceber que este conceito, na maioria das vezes, deixa de considerar os recursos hídricos e questões como a poluição e o meio ambiente urbano, que é um ecossistema criado pelo homem e onde esse homem vive. Prova disso é que apenas em 1988 é que a Constituição Federal incluiu o princípio do Direito Ambiental como um bem coletivo.

No ano de 1981 foi sancionada a Lei de nº 6.938 que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e tem como objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental. Essa Lei criou também o CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). Essa Lei foi regulamentada pelo Decreto nº 99.274, que representou um avanço na legislação ambiental ao criar as Áreas de Proteção Ambiental (APAS). As APAS são unidades destinadas a proteger e conservar a qualidade e os sistemas naturais existentes, de forma a melhorar a qualidade de vida da população nativa e ao mesmo tempo proteger os ecossistemas da região.

Para Barbosa (2003), as questões ambientais no Brasil foram potencializadas a partir da Rio-92 com a criação da Lei nº 9.605 de 12/02/1998, chamada Lei de Crimes Ambientais, e do SNUC (Sistema Nacional de Unidade de Conservação). O autor considera que foi, também, a partir daí, que começou a haver uma maior conscientização acerca das questões ecológicas potencializada pela globalização e pelo desenvolvimento das novas tecnologias de informação. A ideia de desenvolvimento sustentável, que vem norteando as ações dos órgãos públicos nas últimas décadas, tem o objetivo de preservar o meio ambiente mas não significa impedir o desenvolvimento, e sim buscar alternativas para que ele aconteça de forma harmônica sem destruir os ecossistemas naturais existentes (BARBOSA, 2003). A exploração sustentada de

florestas é, portanto, uma estratégia imprescindível para o desenvolvimento sustentável uma vez que a madeira é um produto imprescindível para a sociedade.

3.3 BIOMA CERRADO E SUA DEGRADAÇÃO

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, o Bioma Cerrado ocupa uma área de 2.036.448 km², sendo o segundo maior da América Latina, e representando cerca de 22% do território nacional. Apresenta grande diversidade de espécies endêmicas e, do ponto de vista da diversidade biológica, é reconhecido como a savana mais rica do mundo, abrigando aproximadamente 11.600 espécies de plantas nativas (MMA). Deve-se considerar que, além da importância das questões ambientais relacionadas ao Cerrado, existem as questões sociais. Esse bioma abriga muitas populações que sobrevivem de seus recursos naturais. Dentre eles estão algumas etnias indígenas, quilombolas, geraizeiros, ribeirinhos, babaqueiras, vazanteiros que fazem parte do patrimônio histórico e cultural do Brasil (MMA).

Nas últimas três décadas a ocupação do Cerrado brasileiro gerou uma considerável transformação no perfil da região, modificando a relação entre a população e o meio ambiente e acelerando o processo de redução da biodiversidade regional. Fatores como as recentes transformações na estrutura socioeconômica e a tecnologia no setor rural e urbano, e o crescimento desordenado das cidades geraram grandes mudanças no modo de vida das populações locais, o que levou a novas organizações espaciais e familiares, bem como a novos processos produtivos e uso de tecnologia refletindo no ecossistema como resposta a essa ação humana. (DUARTE, 1998)

Segundo dados do estudo realizado como parte do projeto de monitoramento e mapeamento do desmatamento do bioma Cerrado, numa parceria entre a Secretaria de Biodiversidade e Florestas do Ministério de Meio Ambiente (SBF/MMA), a Diretoria de Proteção Ambiental do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (DIPRO/IBAMA), o Centro de Sensoriamento Remoto do IBAMA (CSR/IBAMA), a Agência Brasileira de Cooperação (ABC/MRE) e o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), somente no período de 2009/2010 houve uma perda de aproximadamente 0,31% da área de vegetação natural do Cerrado. Esta área que era de 51,16% em 2009, caiu para 50,84%. Nesse mesmo período, o Cerrado teve sua cobertura vegetal nativa suprimida em 6.469 km².

Apesar desse cenário, segundo dados do Ministério do Meio Ambiente, o Cerrado é o bioma que possui a menor porcentagem de áreas sob proteção legal.

3.4 REABILITAÇÃO DOS ECOSSISTEMAS

Prática e arte de manejar a recuperação da integridade ecológica dos ecossistemas, com a inclusão de um nível mínimo de biodiversidade e variabilidade na estrutura e no funcionamento dos processos ecológicos. Também devem ser considerados seus valores ecológicos, econômicos e sociais. (FERREIRA, 2000)

Para Durigan *et al.* (2011) o cerrado tem grande capacidade de recuperação de sua estrutura e riqueza de espécies. Por sua flora, geralmente, apresentar estruturas subterrâneas bem desenvolvidas elas têm uma rebrota rápida e vigorosa após os impactos do corte, fogo ou mesmo da geada, e não dependem muito da dispersão e germinação de sementes para se recuperar. Para os autores essa capacidade de rebrota facilita o trabalho de recuperação da vegetação do Cerrado na maioria dos casos. Mas alertam que, em casos de danos mais severos e recorrentes são capazes de eliminar por completo a vegetação nativa. Nestas situações é necessário que se faça a reintrodução da vegetação pelo plantio, mas para isso se faz necessário avaliar e eliminar todos os agentes de impacto, independente da técnica de recuperação a ser utilizada.

3.5 BIOFERTILIZANTES E BIOESTIMULANTES VEGETAIS

Os biofertilizantes são produtos com potencial para incentivar a nutrição de plantas obtidos basicamente a partir de materiais orgânicos, utilizando-se processos de estabilização aeróbios ou anaeróbios (SILVA, 2007). Por ser obtido através de fermentação com a participação de bactérias, leveduras e bacilos e, se usado de forma correta, pode atuar como um protetor natural para as plantas, protegendo-as de doenças e pragas sem causar danos ao ambiente e à saúde humana. (SILVA *et al.*, 2007). A fabricação de biofertilizantes vem sendo testada e utilizada por pesquisadores para fins diversos no Brasil e em outros países, mas não existe uma fórmula padrão para sua fabricação (SEIXAS *et al.*, 1980). No Brasil a Embrapa Hortaliças desenvolveu um biofertilizante denominado Hortbio[®] que pode ser usado sob a forma de gotejamento ou pulverização para a produção de mudas e cultivo de hortaliças (SOUZA *et al.*, 2009).

Produtos que não são necessariamente classificados como biofertilizantes, mas que podem induzir o crescimento das plantas, podem também ser obtidos a partir de

resíduos orgânicos de diferentes naturezas. Esses produtos vem sendo compreendidos como bioestimulantes de crescimento vegetal, sendo particularmente representado pelas substâncias húmicas. Diferentes extratores podem ser utilizados para a obtenção das substâncias húmicas, sendo o uso de água promissor, embora ainda muito pouco estudado. A sua aplicação em mudas de espécies florestais pode acelerar a formação do sistema radicular, reduzindo as perdas durante a implantação do reflorestamento, aumentando as possibilidades de sucesso do empreendimento.

O processo de transformação e estabilização de resíduos orgânicos denominado vermicompostagem permite a obtenção de substâncias húmicas da matéria orgânica com elevado potencial para uso como condicionador de solos, biofertilização e extração de compostos estimulantes do crescimento de plantas (TIBAU, 1994). A vermicompostagem resulta da ação combinada de minhocas e microrganismos que habitam o seu trato digestivo, os quais aceleram a decomposição dos resíduos orgânicos (ALBANELL *et al.*, 1988, LOQUET; VINCESLAS, 1987). Ao passarem pelo trato digestivo da minhoca, os resíduos sofrem ataques enzimáticos adicionais, transformando rapidamente os resíduos em substâncias húmicas (HARTENSTEIN; HARTENSTEIN, 1981; ALBANELL *et al.*, 1988; ALMEIDA, 1991).

A utilização de soluções contendo substâncias húmicas (SH) extraídas de vermicomposto ou de outra fonte de resíduos orgânicos visando o estímulo ao desenvolvimento vegetal teve sua eficiência comprovada em diferentes espécies de interesse agrícola (ADANI *et al.*, 1998; NARDI *et al.*, 2000; CANELLAS *et al.*, 2002; QUAGGIOTTI *et al.*, 2004; RODDA *et al.*, 2006; DOBBSS *et al.*, 2007; ZANDONADI *et al.*, 2007; CANELLAS *et al.*, 2008; BUSATO *et al.*, 2010; ZANDONADI *et al.*, 2010). Da mesma forma, essas substâncias vêm sendo testadas com sucesso para produção de espécies florestais de interesse para a indústria da celulose (PINHEIRO *et al.*, 2010).

Determinados constituintes das SH são capazes de regular o crescimento vegetal mesmo quando aplicados em pequenas doses, com destaque para o desenvolvimento radicular (CANELLAS *et al.*, 2002; NARDI *et al.*, 2002; RODDA *et al.*, 2006). Esse estímulo tem sido associado ao aumento da atividade da enzima H^+ -ATPase presente na membrana plasmática (CANELLAS *et al.*, 2002; ZANDONADI *et al.*, 2010). Canellas *et al.* (2002) identificaram a indução de síntese de H^+ -ATPase em membrana plasmática

isolada de raízes de milho tratadas com ácidos húmicos (AH), fração das SH obtida por separação química. Os autores atribuíram o efeito à presença de auxina, ou compostos com efeito semelhante ao da auxina, nos AH. Os mecanismos envolvidos na estimulação do crescimento radicular promovido por SH também estão associados à absorção de nutrientes decorrente da acidificação da rizosfera pela H⁺-ATPase (CANELLAS *et al.*, 2002; ZANDONADI *et al.*, 2007; MORA *et al.*, 2010).

A aplicação das SH como agente estimulador do crescimento de plantas requer a sua extração do solo ou resíduo. A maior parte dos estudos envolvendo efeitos fisiológicos das SH em plantas utiliza solução alcalina (NaOH ou KOH) como extrator e a química do produto desta extração aponta para a obtenção de material de elevada massa molecular e aromaticidade. Entretanto, diversos efeitos fisiológicos, metabólicos e processos de desenvolvimento vegetal a partir da aplicação de SH de baixa massa molecular tem também sido apontados (PINTON *et al.*, 1999; SCHMID *et al.*, 2007). A obtenção destas substâncias pode ocorrer a partir do uso de água como extrator, mas os efeitos desta fração hidrossolúvel sobre o crescimento das plantas permanecem ainda não completamente explorados. Em função da necessidade de desenvolvimento de insumos específicos para a recuperação e áreas degradadas, a visão da possibilidade de obtenção de SH bioativas a partir do uso de água apresenta relevante avanço, tanto pela diminuição dos custos quanto pelo emprego de soluções que não oferecem risco ao ambiente e aos produtores.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 OBTENÇÃO DAS MUDAS

Sementes da espécie arbórea *Calophyllum brasiliense* Cambée foram adquiridas de um produtor comercial para a realização do experimento. Inicialmente, um processo de quebra de dormência a partir de escarificação física utilizando martelo foi realizado para permitir a sua germinação. Posteriormente, as sementes foram acondicionadas em canteiros preenchidos com substrato comercial composto por casca de pinus compostado, vermiculita e turfa vegetal. As sementes foram integralmente cobertas pelo substrato, sendo os canteiros expostos diretamente ao sol, ou seja, sem uso de sombrite, sendo aplicadas duas irrigações diariamente no período matutino e vespertino. O período de germinação durou aproximadamente 90 dias, quando as mudas em estágio inicial (2 pares de folhas definitivas) foram transplantadas para sacolas de mudas com dimensões de 10 x 15 cm, preenchidas com o mesmo substrato comercial. As mudas foram então transferidas para casa-de-vegetação onde permaneceram até as análises.

4.2 OBTENÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS HÚMICAS EXTRAÍDAS COM ÁGUA A 70 °C

A extração das substâncias húmicas foi realizada em vermicomposto produzido a partir de esterco de curral e minhocas vermelhas da Califórnia (*Eisenia foetida*). Para isto, inicialmente foi realizado um processo de compostagem com esterco bovino durante um período de 30 dias, sendo este material umedecido e revirado semanalmente. Em seguida o composto recebeu uma quantidade aproximada de 500 minhocas da espécie *Eisenia foetida* por metro cúbico de substrato e o material permaneceu por mais de 90 dias sob a ação das minhocas. Na sequência o material foi coletado para a extração das SH visando testes com plantas.

O procedimento de extração das substâncias húmicas solúveis em água foi realizado a partir de uma adaptação do método original proposto por Pinton *et al.* (1998). Brevemente, as SH foram extraídas do vermicomposto utilizando-se água aquecida a 70 °C, numa relação vermicomposto: água de 1:20 (m:v). O material foi agitado durante um período de 4 horas, com posterior período de descanso para decantação da fração insolúvel, que foi separada por sifonação. O material insolúvel

resultante sofreu nova extração utilizando-se o mesmo procedimento, sendo o extrato resultante adicionado ao primeiro obtido.

4.3 PRODUÇÃO DO BIOFERTILIZANTE HORTBIO

O biofertilizante Hortbio® foi elaborado conforme procedimento descrito por Souza *et al.* (2012). O Hortbio® é composto por 2 L de serrapilheira, 1 kg de farinha de sangue, 4 kg de farelo de arroz ou algodão, 1 kg de farelo de mamona, 2 kg de farinha de ossos, 1 kg de grãos ou sementes trituradas, 1 kg de cinzas, 0,5 kg de rapadura ou açúcar mascavo e 88 L de água não clorada. Para a preparação, utilizou-se um tambor plástico onde foram acondicionados os ingredientes, um a um, misturando-os cuidadosamente. Ao final, adicionou-se água, também com constante agitação do material. A mistura foi agitada 3 vezes ao dia durante 3 minutos com auxílio de uma haste de madeira, por dez dias. Após esse período, o produto já pode ser utilizado, após coado. A composição nutricional do Hortbio®, segundo os autores, é: Nitrogênio: 1,5 g.L; Fósforo: 0,2 g.L; Potássio: 1,8g.L; Cálcio: 1,0g.L; Magnésio: 0,5g.L; Zinco: 1,4mg.L; Enxofre: 82,3mg.L; Boro: 89,2g.L; Cobre:0,6mg.L; Ferro: 12,5 mg.L; Manganês: 1,4mg.L.

4.4 DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido utilizando 4 tratamentos: controle (CONTROLE); aplicação das substâncias húmicas extraídas em água quente (SH); aplicação do biofertilizante Hortbio® (HORT); uso combinado das substâncias húmicas solúveis em água quente e biofertilizante Hortbio® (SH + HORT). O tratamento controle refere-se à produção da muda no substrato comercial, sem qualquer adição de outro insumo. O tratamento SH consistiu na aplicação, a cada 15 dias, de 100 mL do extrato solúvel em água quente obtido a partir do vermicomposto. O tratamento HORT recebeu, também a cada quinze dias, 100 mL do biofertilizante líquido Hortbio®. Por fim, o quarto tratamento (SH + HORT) recebeu uma mistura contendo 50 mL extrato solúvel em água quente obtido a partir do vermicomposto mais 50 mL do biofertilizante líquido Hortbio®. Ao todo, quatro aplicações foram realizadas. O experimento foi conduzido num delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 4 tratamentos e 16 repetições, totalizando 64 observações. Ao longo do experimento, um sistema automático de irrigação foi utilizado.

4.5 ANÁLISE DAS MUDAS

4.5.1 Teores de Clorofila

Quinze dias após a quarta e última aplicação dos tratamentos, as mudas foram transportadas para laboratório visando as avaliações. Inicialmente, os teores de clorofila, expressos em unidades SPAD, foram estimados a partir de um analisador automático SPAD-502 (Minolta® Camera Co.). As leituras efetuadas por esse método indicam valores proporcionais de clorofila na folha e são calculados com base na quantidade de luz transmitida pela folha em dois comprimentos de ondas com distintas absorbâncias de clorofila. (MONJE; BRUCE, 1992)

4.5.2 Avaliação Morfológica das Mudas

Após a estimativa dos teores de clorofila, foi determinado o número de folhas por contagem manual e altura da muda utilizando-se régua graduada. Posteriormente, a parte aérea das mudas foi separada da porção radicular para a determinação das respectivas áreas, utilizando-se o programa de processamento de imagens digitalizadas ImageJ. Posteriormente, a parte aérea (folhas e caules) e as raízes foram acondicionadas separadamente em sacos de papel e submetidas à secagem em estufa de circulação de ar à temperatura de 60 °C até alcançar massa constante, para obtenção da matéria seca em balança analítica. Após a pesagem, as partes aérea e radicular desidratadas foram passadas em moinho de faca. O material (parte aérea mais parte radicular, juntas) foi utilizado para a determinação do conteúdo de nitrogênio na planta, após digestão em H₂SO₄. Parte do material foi também utilizado para quantificação de minerais, após digestão com ácido nítrico concentrado, utilizando-se espectrofotometria de emissão ótica em plasma induzido (ICP-OES - *Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry*), sendo quantificados P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn, e B, mediante utilização de curva de calibração para os nutrientes.

4.6 AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA

Os resultados foram estatisticamente analisados utilizando-se o programa Assistat (versão 7.6.). Os dados foram submetidos a um teste de análise de variância (ANOVA) pelo teste de F ($p < 0,05$). As médias das características significativas foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey ($p < 0,05$). As características morfológicas foram

analisadas utilizando-se 16 repetições. Os teores nutricionais na planta (análises de plasma e N total) foram obtidos em triplicata.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das avaliações da altura das mudas, número de folhas, matéria seca foliar e radicular, além da área radicular e foliar são apresentados nas Figuras 1 a 6. Para essas características, não houve diferença estatística quando teste de F a 5% de significância foi empregado. Um dos motivos para a obtenção desses resultados foi, provavelmente, o curto período de tempo em que as plantas foram tratadas. Deve-se ressaltar também a rusticidade da espécie em avaliação, que usualmente não responde positivamente ao crescimento quando insumos agrícolas como calcário e esterco bovino são aplicados (ARTUR *et al.*, 2007). Esses mesmos autores verificaram, inclusive, diminuição do crescimento, diâmetro, número de folhas, área foliar e matéria seca de mudas de guanandi com a adição de esterco ao substrato, inferindo justificando o fato em função da característica pioneira da espécie (espécie pioneira), sendo, pouco influenciada por níveis de fertilidade.

Figura 1 – Altura das mudas de *Calophyllum brasiliense* Cambess em função da aplicação substâncias húmicas hidrossolúveis (SH), Hortbio® (HORT) e da combinação de substâncias húmicas hidrossolúveis e Hortbio® (SH + HORT). Ausência de letras significa inexistência de significância pelo teste de F. Barras representam o desvio-padrão da média.

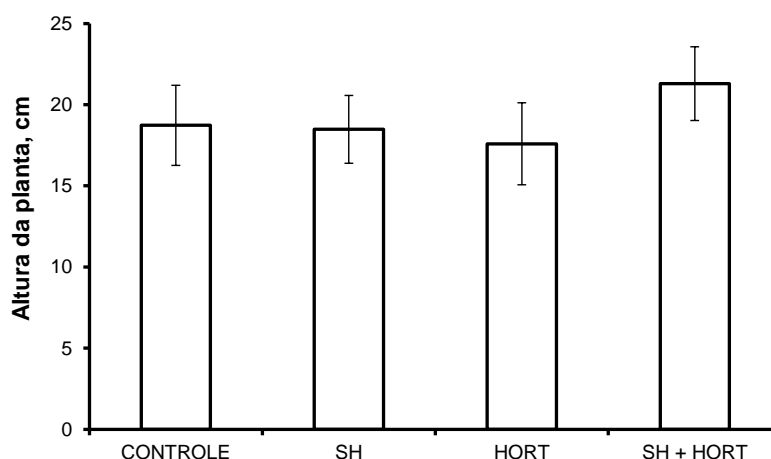


Figura 2. Número de folhas (*Calophyllum brasiliense* Cambess) em função da aplicação de substâncias húmicas hidrossolúveis (SH), Hortbio® (HORT) e da combinação de substâncias húmicas hidrossolúveis e Hortbio® (SH + HORT). Ausência de letras significa inexistência de significância pelo teste de F. Barras representam o desvio-padrão da média.

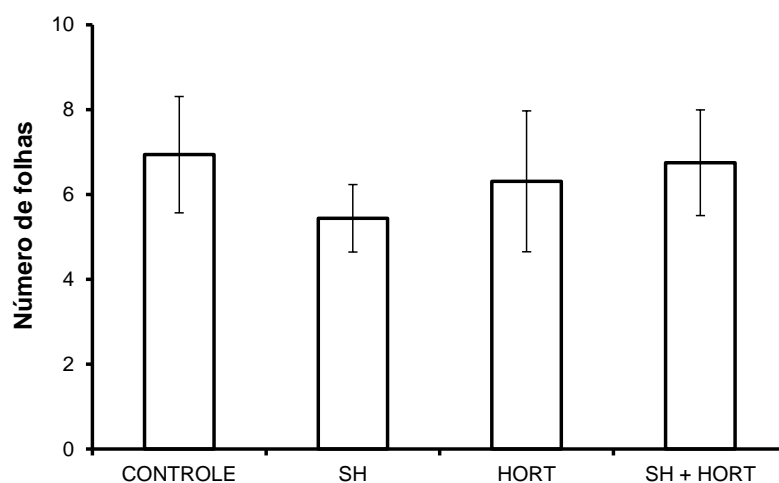


Figura 3. Matéria seca radicular de mudas de *Calophyllum brasiliense* Cambess em função da aplicação substâncias húmicas hidrossolúveis (SH), Hortbio® (HORT) e da combinação de substâncias húmicas hidrossolúveis e Hortbio® (SH + HORT). Ausência de letras significa inexistência de significância pelo teste de F. Barras representam o desvio-padrão da média.

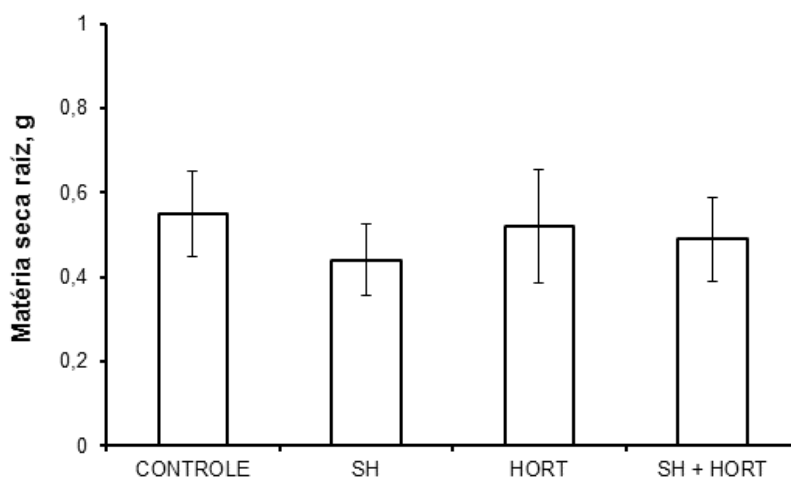


Figura 4. Matéria seca foliar de mudas de *Calophyllum brasiliense* Cambess em função da aplicação substâncias húmicas hidrossolúveis (SH), Hortbio® (HORT) e da combinação de substâncias húmicas hidrossolúveis e Hortbio® (SH + HORT). Ausência de letras significa inexistência de significância pelo teste de F. Barras representam o desvio-padrão da média.

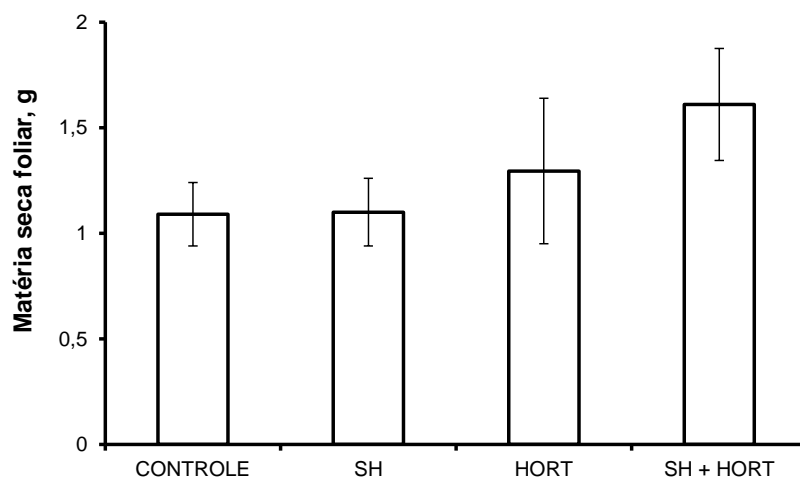


Figura 5. Área radicular de mudas de *Calophyllum brasiliense* Cambess em função da aplicação substâncias húmicas hidrossolúveis (SH), Hortbio® (HORT) e da combinação de substâncias húmicas hidrossolúveis e Hortbio® (SH + HORT). Ausência de letras significa inexistência de significância pelo teste de F. Barras representam o desvio-padrão da média.

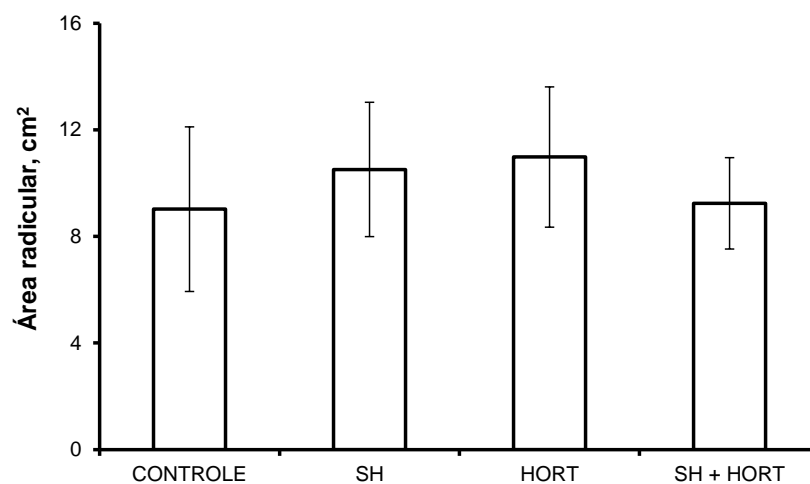
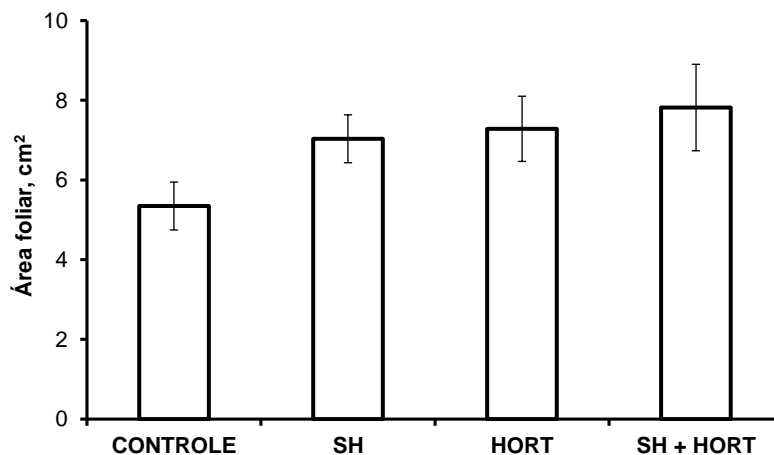


Figura 6. Área foliar de mudas de *Calophyllum brasiliense* Cambess em função da aplicação substâncias húmicas hidrossolúveis (SH), Hortbio® (HORT) e da combinação de substâncias húmicas hidrossolúveis e Hortbio® (SH + HORT). Ausência de letras significa inexistência de significância pelo teste de F. Barras representam o desvio-padrão da média.



A área foliar se correlaciona diretamente com a área da superfície fotossintetizante útil e embora a área das mudas não tenha sido significativamente aumentada houve maiores teores de clorofila foram observados nos tratamentos HORT e SH+HORT, em relação ao controle e ao tratamento SH (Figura 7). O aumento da clorofila está diretamente ligado com o aumento dos teores de nitrogênio, já que esse elemento de grande importância na nutrição de plantas é utilizado na síntese de compostos celulares como a clorofila (LIMA *et al.*, 2001). Resultados científicos sugerem que mudanças na nutrição nitrogenada influenciam significativamente a taxa de fixação de carbono e a distribuição de outros produtos da fotossíntese (LIMA *et al.*, 2001). Estudos com folhas de milho, por exemplo, demonstram que as concentrações de clorofila total mais do que duplicaram conforme aumentaram as doses de fertilizante nitrogenado aplicado (DAUGHTRY *et al.*, 2000). Outros estudos, em diferentes grupos taxonômicos, mostram para o fato de que os teores foliares de clorofila podem ser considerados indicadores do *status* do N nas plantas (LAVRES JUNIOR; MONTEIRO, 2006).

Dutra *et al.* (2012) obtiveram resultados diferentes quanto ao teor de clorofila em experimento com mudas de copaíba em diferentes substratos. Foi avaliado que, para essa espécie, o teor de clorofila independeu dos substratos utilizados (Bioplant®; 70% vermiculita + 30% casca de arroz carbonizada; 40% vermiculita + 30% casca de arroz

carbonizada + 30% fibra de coco; 50% vermiculita + 30% casca de arroz carbonizada + 20% areia; 70% vermiculita + 15% casca de arroz carbonizada + 15% vermicomposto de resíduo de indústria têxtil). No presente experimento, particularmente o tratamento SH + HORT resultou no maior teor de N na planta, seguido pelo tratamento Hortbio® e SH. Isso provavelmente ocorreu em função de uma ação combinada entre os dois produtos, sendo o Hortbio® responsável pelo fornecimento do nitrogênio e as SH responsável pela maior absorção deste, em função de um possível aumento na capacidade de absorção gerada pela maior atividade de proteínas de transporte na interface substrato-raiz.

Figura 7. Valores SPAD referentes a clorofila em mudas de *Calophyllum brasiliense* Cambess em função da aplicação substâncias húmicas hidrossolúveis (SH), Hortbio® (HORT) e da combinação de substâncias húmicas hidrossolúveis e Hortbio® (SH + HORT). Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente (teste Tukey, $p < 0,05$). Barras representam o desvio-padrão da média.

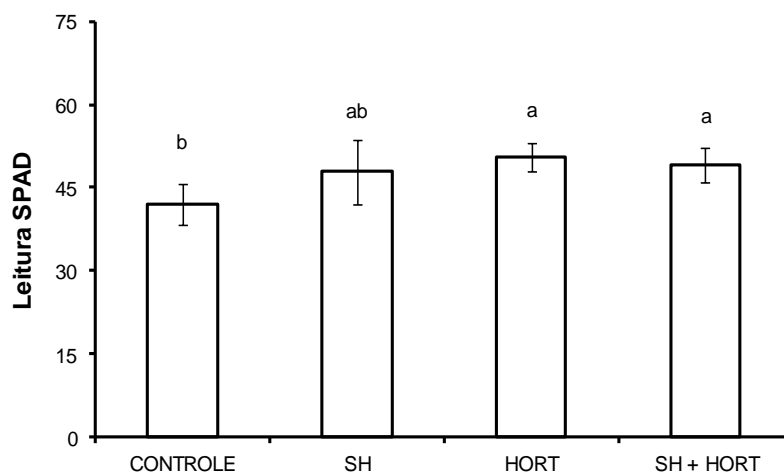
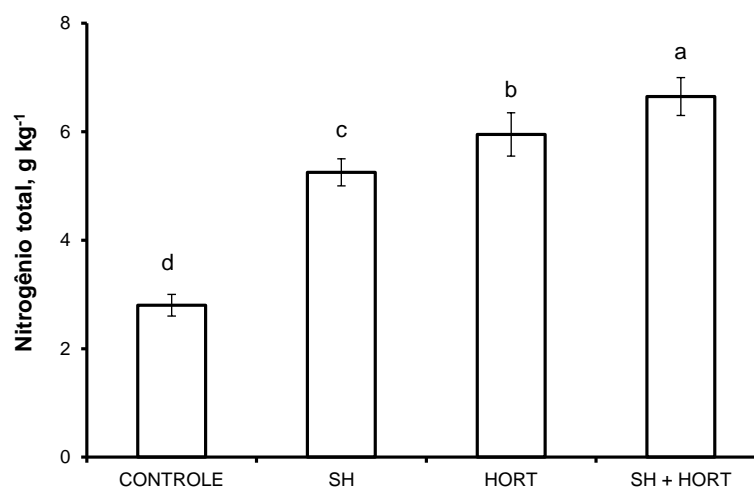


Figura 8. Teor de nitrogênio em mudas de *Calophyllum brasiliense* Cambess em função da aplicação substâncias húmicas hidrossolúveis (SH), Hortbio® (HORT) e da combinação de substâncias húmicas hidrossolúveis e Hortbio® (SH + HORT). Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente (teste tukey, $p < 0,05$). Barras representam o desvio-padrão da média.



Apesar da ausência de efeito nas características altura e diâmetro, número de folhas, área foliar e matéria seca das mudas de guanandi em função da aplicação dos tratamentos, houve diferença no estado nutricional, verificado a partir das análises de ICP plasma (Tabela 1). O tratamento com Hortbio® promoveu incremento de S, Zn, B, Mg, Mn, Cu, Ca, P e K de 74%, 28%, 18%, 14%, 12%, 9%, 6%, 3% e 3%, respectivamente. Já o teor de Fe foi reduzido em cerca de 30% nas plantas tratadas com Hortbio®. Segundo McCauley *et al.* (2003), a ação quelatante das SH torna disponível às plantas uma grande parte dos micronutrientes catiônicos, tais como: Fe, Zn, Mn, Cu insolúveis em solos com pH elevado. Parte do Ferro presente no substrato pode ter sido quelatizado pelas SH, aumentando a sua mobilidade. Em função da elevada macroporosidade do substrato, esse material pode ter sido lixiviado, não permitindo o contato com as raízes, resultando em diminuição dos teores nas plantas.

O tratamento SH elevou os teores de K 3%, Mg 3%, S 10%, B 6%, respectivamente. Por outro lado, os níveis de P, Ca, Cu, Fe, Mn e Zn foram reduzidos em 15%, 35%, 24%, 56%, 43% e 45% respectivamente. Provavelmente, houve a complexação desses elementos de forma a reduzir a sua disponibilidade para as plantas. Interessante observar que quando o biofertilizante Hortbio foi adicionado em conjunto com as SHs, houve redução dos teores de alguns elementos: Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn. Lima *et al.*, (1997) observou-se que espécies climácicas guanandi e óleo bálamo não apresentaram resposta ao fornecimento de P aos oito meses pós-plantio. Esse resultado deve-se, em parte, ao fato de que espécies climácicas apresentarem menor desenvolvimento radicular e menor densidade de raízes finas comparadas a espécies pioneiras o que propicia menor taxa de crescimento e absorção (GONÇALVES *et al.*, 1992ab).

Tabela 1 – Teores totais de nutrientes em mudas de *Calophyllum brasiliense* Cambess submetidas a diferentes tratamentos.

	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g/kg					mg/kg				
Substrato	1,90	2,88	18,15	2,90	5,70	35,85	49,45	12,15	329,0	160,0
HORT	1,44	11,00	10,85	2,04	2,07	42,95	23,20	3,49	139,0	78,75
SH+HORT	1,45	10,50	7,14	1,79	1,25	31,60	17,00	2,53	106,0	53,95
SH	1,19	11,05	6,65	1,85	1,31	37,60	16,25	2,03	71,3	34,3
CONTROLE	1,40	10,70	10,25	1,79	1,19	36,45	21,30	4,60	124,0	61,65

Métodos de extração e determinação de P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn, B, Mo: digestão com ácido.

A resposta de crescimento do guanandi em função da adição de biofertilizante e bioestimulante vegetal foi condizente com a hipótese de que as espécies de fácil adaptação a ambientes degradados, como ocorre com o guanandi, apresentam crescimento pouco influenciado pelo nível de fertilidade do solo ou do substrato (SIQUEIRA *et al.*, 1995; ARTUR *et al.*, 1997). Segundo Siqueira *et al.* (1995), isso pode representar maior capacidade de adaptação em solos pouco férteis, ou de rígido ajuste da taxa de crescimento às condições de baixa disponibilidade de nutrientes, o que restringe sua resposta à melhoria nos níveis de fertilidade do solo.

6 CONCLUSÕES

Os substratos utilizados não interferiram na altura das mudas, número de folhas, matéria seca foliar e radicular, além da área radicular e foliar;

Os tratamentos HORT e SH+HORT contribuíram para o aumento no teor de nitrogênio e, conseqüentemente, nos teores de clorofila das mudas;

Consideramos que o guanandi é uma espécie que apresenta um crescimento que pouco influenciado pelo nível de fertilidade do solo e do substrato que é produzido, essa espécie pode ser indicada como uma boa opção para a geração de renda em propriedades que apresentam solo degradados e pouco férteis, além de ser uma alternativa para produtores rurais com baixo poder econômico para aquisição de insumos fertilizantes.

7 REFERÊNCIAS

ADANI, F., *et al.* **The effect of commercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition.** J. Plant Nutr., 21:561-575. 1998.

ALBANELL, *et al.* **Composicion química del estiercol de vaca fresco y maduro durante el vermicompostaje.** In: Congresso de Biologia Ambiental, Barcelona, 1988. Anais. Barcelona, Universidad Autonoma de Barcelona. p. 247-252. 1988.

ALMEIDA, D.L. **Contribuição da matéria orgânica na fertilidade do solo.** Seropédica, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 188p. (Tese de Doutorado). 1991.

BARBOSA, L.M. Inovação na geração e aplicação do conhecimento sobre biodiversidade para o desenvolvimento sustentado em São Paulo. In. Seminário Temático sobre Recuperação de Áreas Degradadas. **Anais...**São Paulo. 2003.

BRACELPA, Associação Brasileira de Celulose e Papel. Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br>> Acesso em: 4 dez. 2013.

CANELLAS, L P.; *et al.* Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation, lateral root emergence, and plasma membrane H⁺-ATPase activity in maize roots. **Plant Physiol.**, 130:1951-1957. 2002.

CARVALHO, P.F.R. 1994. Espécies Florestais Brasileiras: Recomendações Silviculturais, Potencialidades e Uso de Madeira. **Embrapa-CNPQ/ SPI**, Brasília, 640 pp.

DORST, J. **Antes que a natureza morra.** Por uma ecologia política. Trad. Rita Buongiorno. **Local:** Ed. Edgard Bluncher, 1973.

DUARTE, L. M. G. “Globalização, agricultura e meio ambiente: o paradoxo do desenvolvimento dos cerrados”. In. DUARTE, L. M. G. & BRAGA, M. L. S. (org.). **Tristes cerrados.** Sociedade e biodiversidade. Paralelo 15. Brasília. 1998.

____; THEODORO, S. H. (org.) **Dilemas do cerrado:** entre o ecologicamente (in)correto e o socialmente (in)justo. Garamond. Rio de Janeiro, 2002.

____ *et al.* Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation, lateral root emergence, and plasma membrane H⁺-ATPase activity in maize roots. **Plant Physiol.**, 130:1951-1957. 2002.

DURIGAN, G. *et al.* **Manual Para Recuperação da Vegetação de Cerrado.** Projeto Gráfico. 3. ed. São Paulo: **editora**, 2011.

ELTON, G. (1993) **Vegetação do Cerrado.** In: Novaes Pinto, M (org). **Cerrado:** caracterização, ocupação e perspectivas. Brasília. Editora Universidade de Brasília.

GOLDEMBERG, J.; BARBOSA, L.M.O. **O meio ambiente no Brasil e no mundo.** 2004. Disponível em <www.ibot.sp.gov.br>. Acesso em: 6 dez. 2013.

HARTENSTEIN, R.; HARTENSTEIN, F. Physicochemical changes affected in activated sludge by the earthworm *Eisenia foetida*. *J. Environ. Qual.*, 10:377-382. 1981.

LEME, M.C.J.; DURIGAN, M.E.; RAMOS, A. Avaliação do potencial forrageiro de espécies florestais. In: Seminários sobre Sistemas Agroflorestais na Região Sul do Brasil, 1., 1994 Colombo. **Anais...** Colombo: Embrapa-CNPQ, 1994. p.147-155.

LIMA, H. N. *et al.* Crescimento inicial a campo de sete espécies arbóreas nativas em resposta à adubação mineral com NPK. **Ciência e Agrotecnologia**, v.21, n.1, p.189-195, 1997.

MACHADO, R.B.; RAMOS NETO, M.B.; PEREIRA, P.G.P.; CALDAS, E.F.; GONÇALVES, D.A.; SANTOS, N.S; TABOR, K, STEININGER, M (2004). **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro**. Relatório Técnico, Conservação Internacional, Brasileiro. 23p

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Disponível em <[www.mma.gov.br/bioma cerrado](http://www.mma.gov.br/bioma_cerrado)>. Acesso em: 6 dez. 2013.

NAVARRO, E. C. Viabilidade econômica do *calophyllum brasiliense* (Guanandi). **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**. Publicação Científica da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal. São Paulo. Ano V, n 09. Fev. 2007.

PINTON R. *et al.* Water and pyrophosphate-extractable humic substances fractions as a source of iron for Fe-deficient cucumber plants. **Biol Fertil Soils** 26:23–27. 1998.

_____. **Modulation of NO₃ uptake by water-extractable humic substances: involvement of root plasma membrane H⁺ATPase**. *Plant Soil* 215:155–161. 1999.

QUAGGIOTTI, S. *et al.* **Effect of low molecular size humic substances on nitrate uptake and expression of genes involved in nitrate transport in maize** (*Zea mays* L.). *J. Exper. Bot.*, 55:803-813. 2004.

RATTER, J.A.; BRIDGEWATER, S.; ATKINSON, R.; RIBEIRO, J. F. (1996) **Analysis of the floristic composition of the Brazilian Cerrado vegetation II: comparison of the woody**

SEIXAS, J. *et al.* **Construção e funcionamento de biodigestores**. Brasília: Embrapa-DID. 60P. (Embrapa – CPAC. Circular Técnica, 4). 1980.

SILVA. A. F. *et al.* Características químicas e aceitação de biofertilizantes preparado e utilizado em horta agroecológica do Semiárido Nordeste. **Revista Brasileira de Agroecologia/out**. v. 2 n. 2. 2007.

SOUZA, A. M. de. Estrutura genética de populações naturais de *Calophyllum brasiliense* Camb. na bacia do alto Rio Grande. **Tese de Curso de Doutorado em Engenharia Florestal da UFPA**. Lavras. 2006.

STEVENSON, F. J. **Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions**. 2nd ed., John Wiley & Sons, Ltd: New York. 1994.

TIBAU, A. O. Matéria orgânica do solo. In. TIBAU, A. O. **Matéria orgânica e fertilidade do Solo**. São Paulo: Nobel, 1984.

VALERI, S.; FERREIRA, C. A. G. **Recuperação de Ecossistemas Florestais degradados**. Informe Agropecuário. EMBRAPA. Belo Horizonte. V. 21. n. 202. 2000.

ZANDONADI, D.B. *et al.* **Nitric oxide mediates humic acids-induced root development and plasma membrane H⁺-ATPase activation**. *Planta*, 231:1025-1036. 2010

____ *et al* **Indolacetic and humic acids induce lateral root development through a concerted plasma lemma and tonoplast H⁺-pumps activation**. *Planta*, 225:1583-1595. 2007